

*A livello planetario vi è un evidente aumento della temperatura, una diminuzione della superficie dei ghiacciai e della copertura nevosa; e si è constatato che è soprattutto il clima delle Alpi a risentirne.*

# 12. Clima



# Contenuti

12.1	Il Protocollo di Kyoto: la riduzione delle emissioni climalteranti	279
12.2	Le dinamiche del cambiamento climatico in Trentino	281
12.2.1	L'andamento della temperatura	281
12.2.2	L'andamento delle precipitazioni	284
12.3	Gli effetti del cambiamento climatico in Trentino	288
12.4	L'impegno contro il cambiamento climatico in Trentino	291

a cura di:

**Silvia Scarian Monsorno** – Settore informazione e monitoraggi APPA

con la collaborazione di:

**Roberto Barbiero, Walter Beozzo, Elvio Panettieri, Giorgio Zampedri** – Dipartimento Protezione Civile PAT

**Serenella Saibanti** – Dipartimento Territorio, Ambiente e Foreste PAT

**Christian Casarotto** – Museo delle Scienze

**Emanuele Eccel** – Fondazione Edmund Mach

**Marco Niro** – Settore informazione e monitoraggi APPA (*redazione*)

Il tema dei cambiamenti climatici è diventato di fondamentale importanza negli ultimi anni ed anche nella nostra provincia ha assunto un rilievo di prim'ordine.

Tra le numerose pubblicazioni contenenti l'evidenza scientifica del riscaldamento in atto, sia a livello planetario che nella regione Alpina, i rapporti dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), e in particolare il più recente "Climate Change 2007", rivestono un'ufficialità che ha contribuito a rendere di fondamentale interesse il tema dei cambiamenti climatici anche in Trentino. In tale rapporto è emerso come a livello planetario vi sia un evidente aumento della temperatura dell'atmosfera e degli oceani, una diminuzione della superficie dei ghiacciai e della copertura nevosa; in particolare, l'area del Mediterraneo è una delle regioni più sensibili ai cambiamenti climatici

e si è constatato che è soprattutto il clima delle Alpi a risentirne.

Già nel 2007 in Trentino è stato avviato un percorso denominato "Progetto clima" che, attraverso la costituzione di alcuni gruppi di lavoro tematici, ha portato ad effettuare un'analisi della situazione sui cambiamenti climatici in atto e attesi in Trentino e una valutazione sui settori maggiormente vulnerabili a causa degli impatti indotti.

Nel presente capitolo, si prenderà in considerazione la situazione rispetto ai dettami del principale protocollo planetario di riferimento, quello di Kyoto, descrivendo la dinamica dei cambiamenti climatici in Trentino rispetto a temperatura e precipitazioni, gli effetti già in atto e previsti per il nostro territorio ed infine l'impegno contro i cambiamenti climatici profuso in provincia di Trento.

## 12.1 Il Protocollo di Kyoto: la riduzione delle emissioni climalteranti

Nel 1997 a Kyoto più di 160 Paesi hanno sottoscritto un trattato internazionale in materia di salvaguardia ambientale nell'ambito della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il Protocollo di Kyoto prevede l'obbligo in capo ai Paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di gas climalteranti (anidride carbonica ed altri cinque gas serra, ovvero metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 - considerato come anno base - nel periodo 2008-2012.

Dalla Conferenza ONU sui cambiamenti climatici che si è tenuta nel dicembre 2009 a Copenaghen per stabilire lo stato dell'arte e sviluppi futuri relativi ai cambiamenti climatici è uscito un documento d'intenti firmato da 193 Paesi che ha fornito una base operativa per proseguire i lavori per un documento con cui sostituire il Protocollo di Kyoto in scadenza nel 2012. Tale accordo prevede un tetto del 2% per il riscaldamento globale che dovrà essere limitato entro il 2050, l'istituzione di un fondo verde per aiutare i paesi in via di sviluppo con un pacchetto di 100 miliardi di dollari entro il 2020; è stata rimandata, tuttavia, la definizione

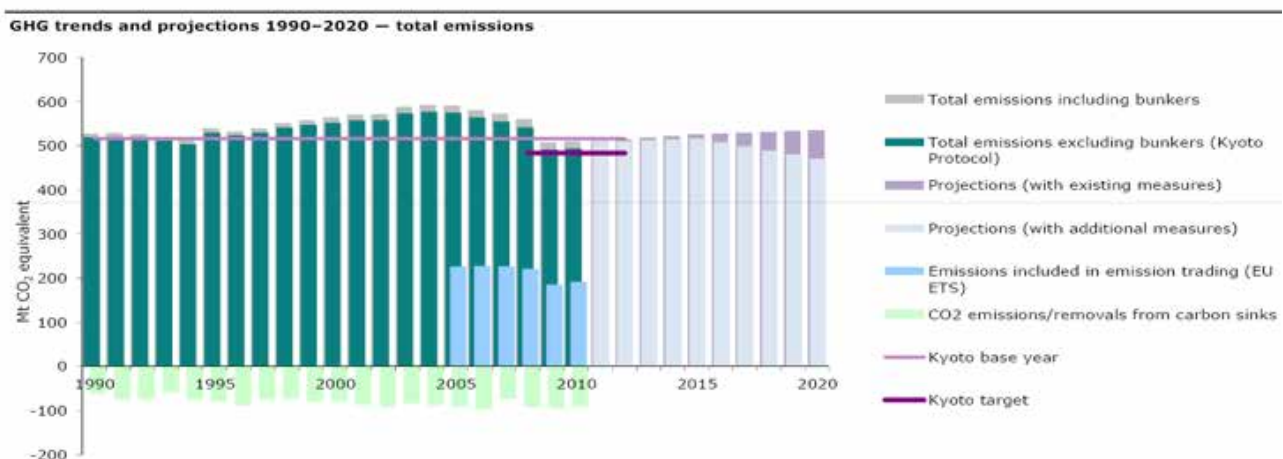
delle cifre per i tagli alle emissioni di CO2 e non è stata creata alcuna organizzazione mondiale per la verifica degli impegni presi da ogni Paese.

A novembre 2011 si sono nuovamente riuniti 190 Paesi in conferenza a Durban. I risultati ottenuti sono stati migliori di quelli di Copenaghen: è stato introdotto un secondo periodo di impegno nell'ambito del Protocollo di Kyoto (che include l'istituzione di una piattaforma che dovrà studiare la soluzione giuridica migliore per il coinvolgimento di tutti i Paesi coinvolti, inclusi gli Stati Uniti, nella sfida al cambiamento climatico) e si è deciso di rendere operativo il Fondo Verde (Green Climate Fund-GCF).

Nel periodo 2008-2011, come si evince dal grafico 12.1, l'Italia ha diminuito le sue emissioni fino a giungere a -1,6% rispetto alle emissioni del 1990, riducendo quindi la distanza dall'obiettivo di Kyoto, che resta però ancora lontano (-6,5% nel periodo 2008-2012).

Nella tabella 12.1 si riporta l'andamento delle emissioni di gas serra di alcuni Stati dell'Unione Europea (EU) e dell'EU stessa a 15 Stati (l'EU a 27 Stati non ha ancora un target per Kyoto da rispettare). Considerando la EU a 15 Stati si può rilevare al 2008-2010 una diminuzione nelle emissioni di gas serra del 9,9% rispetto al 1990.

→ **GRAFICO 12.1:**  
**ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA IN ITALIA (FINO AL 2010)**



Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), "Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011"

→ **TABELLA 12.1:**  
**ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA E TARGET PER KYOTO DI ALCUNI STATI DELL'UNIONE EUROPEA (FINO AL 2010)**

	TARGET DI KYOTO PER IL PERIODO 2008-2012	EMISSIONI AL 1990 ANNO BASE [MT CO <sub>2</sub> EQ.]	EMISSIONI AL 2010 [MT CO <sub>2</sub> EQ.]		% AL 2008-2010 RISPETTO ALL'ANNO BASE 1990
			TOTALE	PRO-CAPITE	
Italia	- 6,5%	516,9	493,6	8,2	- 1,6%
Germania	- 21,0%	1.232,4	960,1	11,7	- 22,6%
Regno Unito	- 12,5%	776,3	584,5	9,4	- 24%
Francia	0,0%	563,9	524,6	8,1	- 6,5%
Spagna	+ 15,0%	289,8	353,9	7,7	+ 29,6%
<b>Unione Europea a 15 Stati (EU-15)</b>	<b>- 8,0%</b>	<b>4.265,5</b>	<b>3.811,2</b>	<b>9,6</b>	<b>- 9,9%</b>

Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), "Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011"

Riguardo al Trentino, analizzando l'evoluzione delle emissioni di anidride carbonica legate alle attività antropiche della provincia si nota un loro incremento del 15% al 2010 rispetto al 1990. Nello scenario al 2020 considerato dal Piano Energetico Provinciale 2013-2020, le emissioni subiscono un calo del 6% rispetto al 2010, pur rimanendo del 9% superiori ai livelli del 1990.

In coerenza con le indicazioni della comunità

scientifica e in anticipo rispetto alle decisioni europee, la Provincia si è proposta di raggiungere l'autosufficienza energetica entro il 2050, puntando sul contributo delle fonti rinnovabili interne e mirando al conseguimento dell'obiettivo "Trentino Zero Emission" con la riduzione tendenziale delle emissioni di anidride carbonica e degli altri gas climalteranti in misura del 50% rispetto ai livelli del 1990 entro l'anno 2030 e del 90% rispetto ai livelli del 1990 entro l'anno 2050.

→ **TABELLA 12.2:**  
**EMISSIONI NETTE DI CO<sub>2</sub> IN TRENINO**

	1990	2000	2008	2010	2012 <sup>(1)</sup>
CONSUMI FINALI (ktep)	1.250	1.490	1.753	1.698	1.686
EMISSIONI CO <sub>2</sub> (ktonn)	2.974	3.313	3.684	3.474	3.593
ASSORBIMENTI CO <sub>2</sub> (ktonn)	567	696	836	871	927
EMISSIONI NETTE CO <sub>2</sub> (ktonn)	2.408	2.617	2.848	2.603	2.666
OBIETTIVO KYOTO CO <sub>2</sub> (-2% ktonn rispetto al 1990)			2.360	2.360	2.360
DIFFERENZA OBIETTIVO KYOTO (ktonn)			488	243	306

<sup>(1)</sup> proiezioni PEAP 2003-2012

Fonte: Agenzia Provinciale per l'Energia

## 12.2 Le dinamiche del cambiamento climatico in Trentino

Anche in Trentino sono disponibili una gran quantità di dati climatici e ambientali che hanno permesso di riconoscere alcuni trend che probabilmente continueranno nel prossimo decennio. Di particolare importanza sono i dati relativi alle serie storiche di temperatura e precipitazione della rete di stazioni meteorologiche gestite dal Dipartimento Protezione Civile.

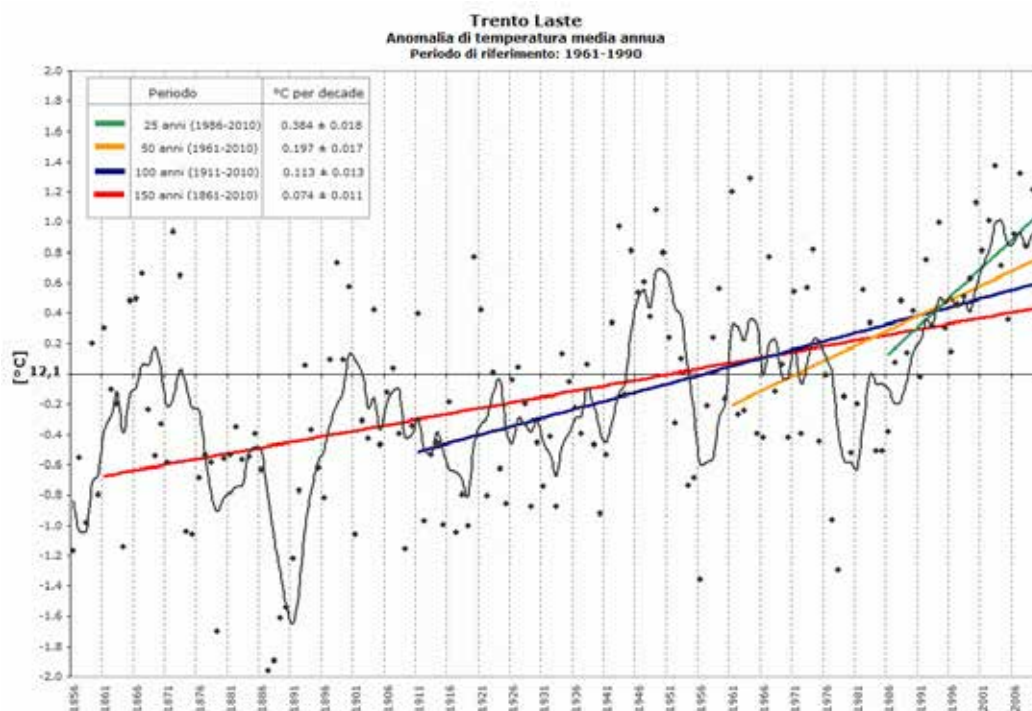
### 12.2.1 L'andamento della temperatura

Dai risultati delle analisi effettuate sui dati omogeneizzati di temperatura dal 1958 al 2011 si può notare un significativo trend crescente della temperatura media annua, almeno negli ultimi due trentenni di riferimento ('71-'00, '81-'10). Per le

temperature medie stagionali gli aumenti maggiori sono riscontrabili in primavera ed in estate. Meno significativi gli aumenti in inverno e specialmente in autunno.

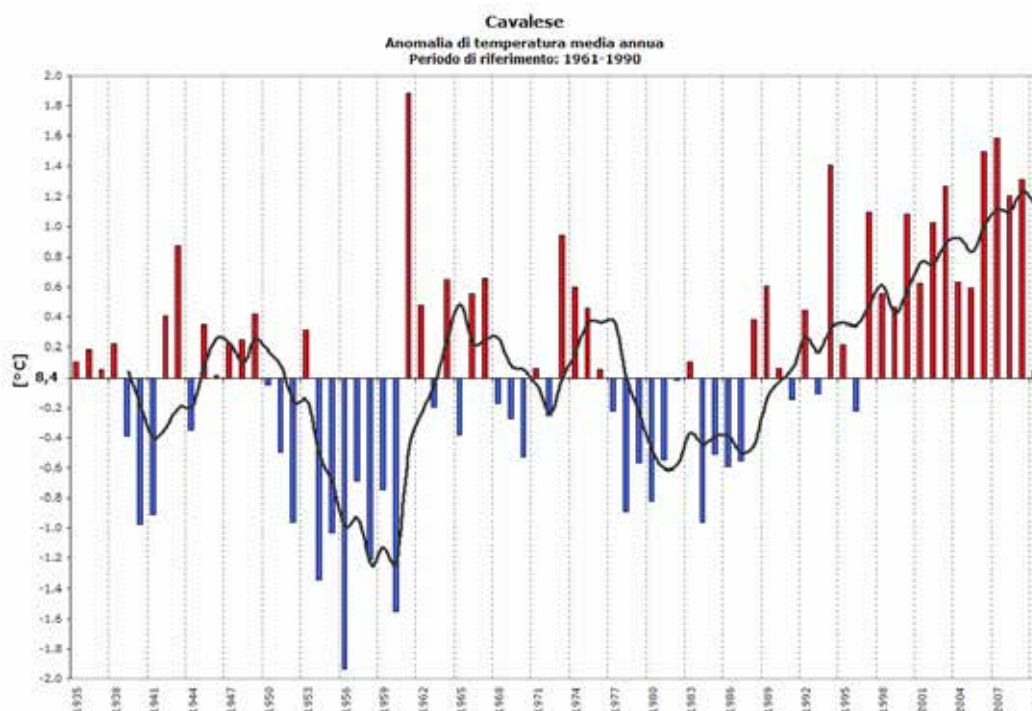
A titolo di esempio, il grafico 12.2 riporta per la stazione di rilevamento di Trento Laste l'andamento della temperatura dal 1856 al 2007 espressa in anomalie rispetto al valor medio di riferimento di 12,1°C calcolato per il periodo 1961-1990; le linee rette colorate indicano il trend di temperatura riscontrato considerando periodi diversi e cioè 25, 50, 100 e 150 anni. Come si può constatare dalla legenda, se si considera un periodo di tempo più lungo, la variazione di temperatura risulta meno marcata. Questi diversi

→ **GRAFICO 12.2:**  
**ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA DEDOTTA DALLA SERIE STORICA OMOGENEIZZATA DI TRENTO (LASTE) NEL PERIODO 1856-2010**



Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

→ **GRAFICO 12.3:**  
**ANDAMENTO DELLE ANOMALIE DI TEMPERATURA MEDIA DELLA STAZIONE DI CAVALESE NEL PERIODO 1935-2010**



Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT



tassi di variazione della temperatura per decennio mostrano come il riscaldamento osservato nell'ultimo secolo sia stato più intenso negli ultimi 25 anni, che conferma un comportamento più in generale riscontrato a livello planetario.

Il grafico 12.3 rappresenta le anomalie di temperatura riscontrate a Cavalese dal 1935 al 2011, rispetto al valor medio di riferimento di 8,4°C calcolato per il periodo 1961-1990. Si può appurare che, come già rilevato, negli ultimi 20-30 anni i valori di anomalia sono tendenzialmente sopra la media di riferimento.

A solo titolo di esempio, vengono riportati, nella tabella 12.3, gli andamenti di temperatura media annuale dal 1948 al 2011 di due stazioni: Trento Laste (312 m) e Cavalese (960 m). Questi due punti di monitoraggio rappresentano gli andamenti sia del fondovalle che della montagna ed hanno una storia di rilevamento di dati costante ed affidabile (la strumentazione ha una buona manutenzione e non ha avuto particolari spostamenti).

→ **TABELLA 12.3:**  
**ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE A**  
**TRENTO (LASTE) E CAVALESE NEL PERIODO**  
**1948-2011**

ANNO	TRENTO (LASTE) T MED.	CAVALESE T MED.
	[°C]	[°C]
1948	12,4	8,7
1958	12,3	7,2
1968	11,9	8,2
1978	10,8	7,5
1988	12,5	8,8
1998	12,6	9,0
2000	13,2	9,5
2001	12,9	9,0
2002	13,1	9,4
2003	13,4	9,7
2004	12,8	9,0
2005	12,4	9,0
2006	13,0	9,9
2007	13,4	10,0
2008	12,9	9,6
2009	13,3	9,7
2010	12,3	8,4
2011	13,7	9,3

Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
12.1. Andamento delle temperature	Fattori climatici	S	D	☺	↘	P	1948-2010





### 12.2.2 L'andamento delle precipitazioni

Dall'analisi dei dati omogeneizzati di precipitazione dal 1958 al 2011 risulta che, per i valori di precipitazione annua e stagionale, trend significativi sono osservabili in poche stazioni, sia sull'intera finestra temporale di osservazione che sui trentenni di riferimento ('61-'90, '71-'00, '81-'10).

Nel grafico 12.4, che mostra le anomalie di precipitazione totale annua a Trento Laste rispetto alla media di riferimento pari a 931 mm calcolata nel periodo 1961-1990, la variabilità degli ultimi 20 anni risulta leggermente più negativa che positiva, a comprova di una lieve diminuzione nel corso degli anni.

Il grafico 12.5, che rappresenta l'andamento per Cavalese delle anomalie di precipitazione totale annua rispetto alla media di riferimento di 821 mm, riporta un andamento più variabile ma indica sempre una leggera diminuzione rispetto alla media.

A solo titolo di esempio, si riporta nella tabella 12.4 l'andamento delle due stazioni pluviometriche di Trento Laste e Cavalese, riportando i valori totali annuali registrati ogni dieci anni dal 1948 al 1998, e di anno in anno dal 2000 al 2011.

Per misurare l'andamento della neve caduta per ciascuna stagione, che può variare da ottobre a maggio, si utilizzano i rilievi manuali e automatici della rete nivo-meteorologica di stazioni distribuite uniformemente su tutto il territorio trentino e gestita dall'Ufficio Previsioni e Pianificazione. Le postazioni di rilevamento sono posizionate preferibilmente ove è possibile accedere in maniera agevole per consentire i rilievi e privilegiando zone di interesse quali: siti valanghivi, località turistiche o stazioni sciistiche.

→ TABELLA 12.4:  
ANDAMENTO DELLA PIOVOSITÀ A TRENTO (LASTE) E CAVALESE NEL PERIODO 1948-2011

ANNO	TRENTO (LASTE) PIOV.	CAVALESE PIOV.
	[mm]	[mm]
1948	893,6	620,8
1958	1.010,4	923,8
1968	1.114,0	965,9
1978	965,6	860,0
1988	722,6	607,0
1998	906,6	733,8
2000	1.218,0	887,0
2001	796,8	828,0
2002	1.243,6	1.095,0
2003	727,0	687,6
2004	975,4	749,4
2005	663,8	771,2
2006	691,2	643,7
2007	771,5	848,0
2008	1.455,0	1.179,5
2009	1.042,0	824,6
2010	1.339,0	1.071,2
2011	735,0	n.d.

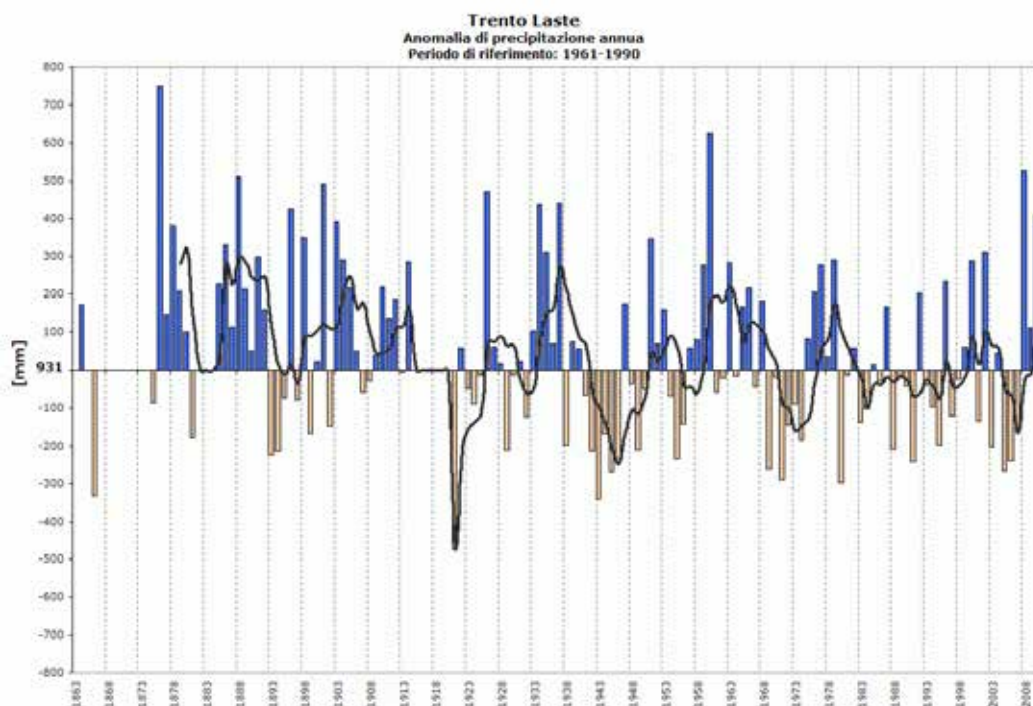
Fonte: Ufficio Previsioni e organizzazione PAT

Sono disponibili in Trentino numerosi dati relativi alle misure di neve che tuttavia necessitano di essere validati e verificati con maggiore accuratezza per poter avere un periodo sufficientemente lungo da consentire una valutazione climatica dell'andamento osservato.

Per quanto concerne l'andamento delle precipitazioni nevose negli ultimi trent'anni circa non emerge comunque un segnale evidente di trend, si nota tuttavia un andamento irregolare con forte variabilità interannuale dell'apporto delle nevicate nell'ultimo decennio.

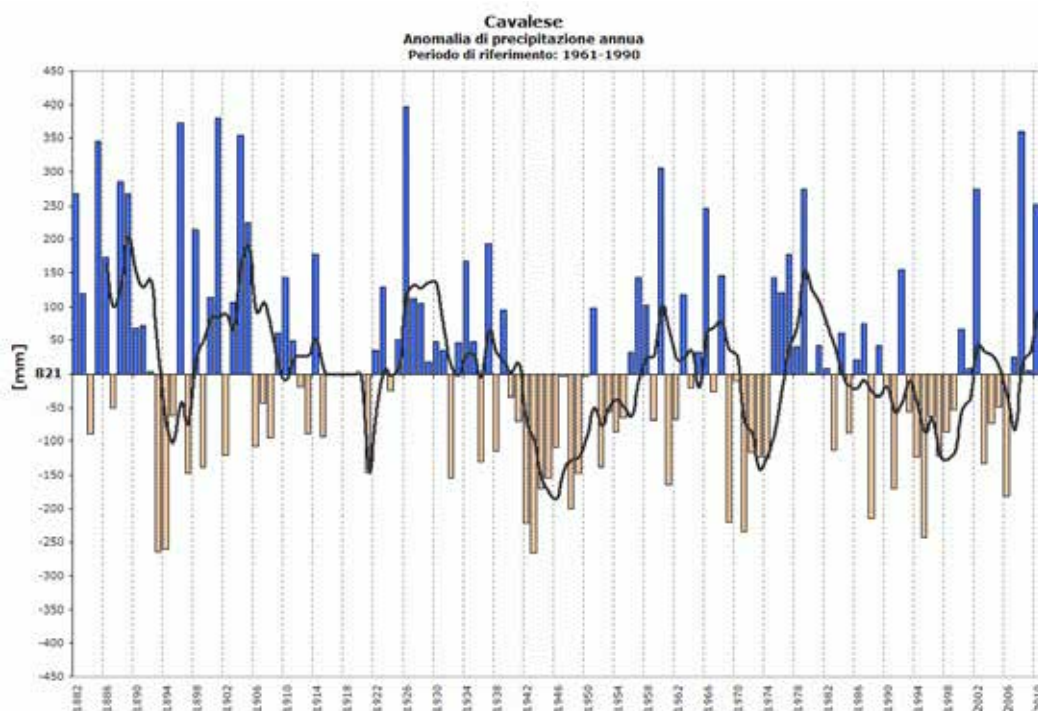
INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
12.2. Andamento delle precipitazioni	Fattori climatici	S	D	☺	↔	P	1948-2011

→ **GRAFICO 12.4:**  
**ANDAMENTO DELLE ANOMALIE DI PRECIPITAZIONE ANNUALE A TRENTO (LASTE) NEL PERIODO 1863-2010 RISPETTO AL PERIODO 1961-90**



Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

→ **GRAFICO 12.5:**  
**ANDAMENTO DELLE ANOMALIE DI PRECIPITAZIONE ANNUALE A CAVALESE NEL PERIODO 1882-2010 RISPETTO AL PERIODO 1961-90**



Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

In tabella 12.5 sono riportati a titolo di esempio i valori cumulati di neve osservati nelle stagioni invernali 2005-2006, 2006-2007 e 2007-2008. Da porre in evidenza l'eccezionalità della stagione invernale 2008-2009, che evidenzia per molte località valori decisamente superiori alla media.

Le attività glaciologiche in provincia di Trento sono svolte sulla base di una convenzione stipulata il 6 giugno 2006 tra Provincia autonoma di Trento, Società degli Alpinisti Tridentini, Centro Universitario per la difesa Idrogeologica dell'Ambiente montano e Museo tridentino di scienze naturali, per la collaborazione tra i suddetti enti nelle attività di rilevazione e monitoraggio in

campo glaciologico. Sulla base di questa convenzione tutti gli anni vengono effettuate una serie di operazioni volte al monitoraggio dello stato dei corpi glaciali.

I monitoraggi di accumulo e di ablazione vengono effettuati su alcuni ghiacciai ritenuti rappresentativi per la definizione delle dinamiche glaciali in atto sul territorio provinciale. Al fine di garantire continuità alle serie storiche, le osservazioni hanno interessato prevalentemente i ghiacciai già soggetti a monitoraggio negli anni precedenti. I ghiacciai monitorati ai fini del bilancio di massa sono:

- gruppo Ortles-Cevedale: ghiacciaio del Care-

→ **TABELLA 12.5:**  
**ANDAMENTO DELLA NEVOSITÀ IN TRENINO NEL PERIODO 2005-2011**

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	QUOTA	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
			m. s.l.m.	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	11AN	ANDALO	1.005	143	44	122	248	207	141
2	24NO	VAL NOANA	1.020	269	93	123	301	157	109
3	37VW	VAL CANALI	1.040	190	45	71	187	152	125
4	19PF	PIAN DELLE FUGAZZE	1.170	352	73	141	244	336	396
5	2RAB	RABBI	1.335	221	123	146	532	196	93
6	5PSV	PASSO S. VALENTINO	1.320	294	70	194	512	278	272
7	12FO	PASSO SOMMO	1.360	410	144	174	551	306	347
8	14PO	POZZA DI FASSA	1.385	233	89	156	292	103	80
9	8PAN	PANEVEGGIO	1.535	290	219	259	479	289	219
10	18SB	CALAITA	1.600	421	247	222	586	262	198
11	16PT	BROCON - MARANDE	1.605	352	257	327	496	404	252
12	13PR	PREDAZZO - GARDONÈ	1.675	257	125	151	413	171	97
13	10PM	PAMPEAGO	1.760	357	265	222	546	264	245
14	21MB	MALGA BISSINA	1.780	511	86	503	1079	595	723
15	25TO	PASSO TONALE	1.875	656	374	631	1105	789	770
16	35VC	VAL CIGOLERA	1.880	439	370	261	645	401	299
17	29FL	FOLGARIDA					495	380	341
18	26SP	PASSO S. PELLEGRINO	1.980	258	332	265	329	301	248
19	31RO	PASSO ROLLE	1.995	440	271	443	862	554	433
20	1PEI	PEJO - TARLENTA	2.010	200	245	236	428	358	233
21	7PVA	PASSO VALLES	2.045	494	328	335	828	410	490
22	23MC	MADONNA DI CAMPIGLIO	2.015	424	171	300	819	480	423
23	22CI	CIAMPAC	2.145	300	383	220	478	285	277
24	30PN	CAPANNA PRESENA	2.730	677	471	837	1313	992	1080

Legenda: RILIEVO MANUALE - MANUALE + AUTOMATICO

Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

ser e ghiacciaio de la Mare;

- gruppo dell'Adamello: ghiacciaio della Lobbia e ghiacciaio del Mandrone;
- gruppo di Brenta: ghiacciaio d'Agola;
- gruppo della Marmolada: ghiacciaio della Marmolada.

Il riscaldamento, che ha interessato anche le alte altitudini dove si trovano i ghiacciai, ha influito notevolmente sulle masse glaciali. Per avere a disposizione l'inventario dei ghiacciai sono state svolte in Trentino nell'ultimo secolo quattro diverse rilevazioni generali; la prima nell'ambito del citato elenco del 1925, che riporta la presenza di 88 ghiacciai; la seconda riferita al catasto generale del 1960; la terza eseguita a cura del Comitato Glaciologico Trentino nel 1990; la quarta ottenuta da apposite riprese ortofotografiche e laser scanner svolte dalla Provincia autonoma di Trento nel 2003; nel 2013 è prevista la prossima indagine. Questi dati testimoniano un notevole ritiro dei ghiacciai, che negli ultimi due secoli hanno perso circa il 70% della loro massa. Le stime volumetriche forniscono infatti valori rapidamente decrescenti nel tempo, passando dai 6 km<sup>3</sup> di

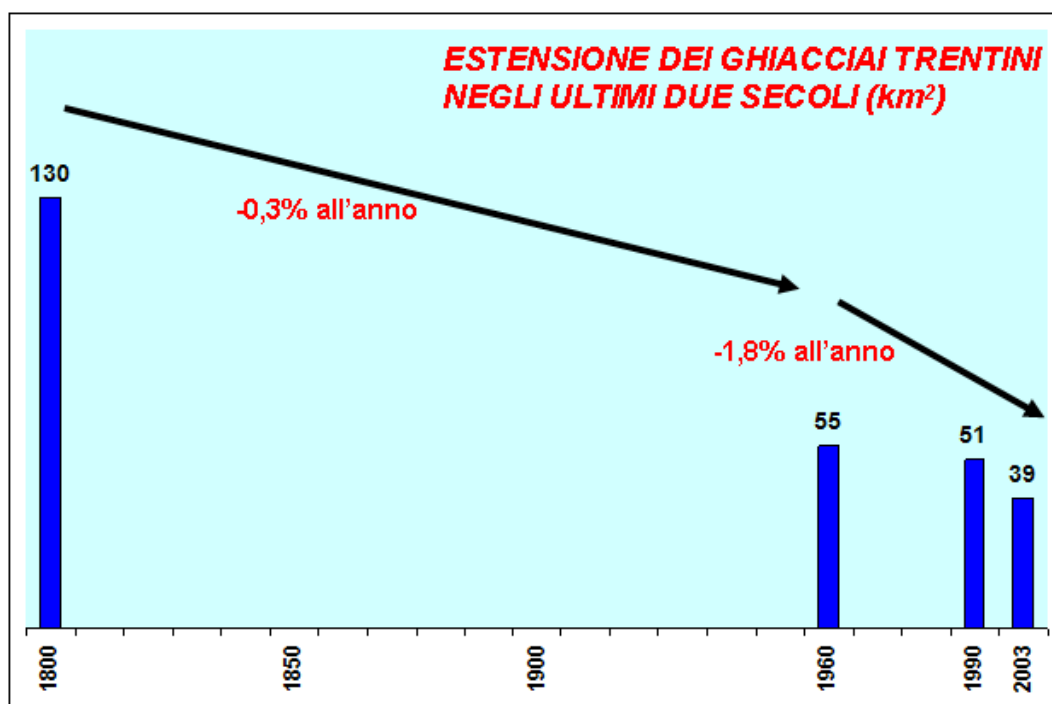
inizio Ottocento, ai 3 del 1960, ai 2,3 del 1990, per arrivare infine ad 1,7 nel 2003.

La corrispondente riduzione superficiale è rappresentata nel grafico 12.6, dove sono evidenziati anche i due stadi cronologici precedentemente descritti, i quali nel contesto trentino sono caratterizzati rispettivamente da un decremento superficiale medio annuo di -0,3 e -1%.

La vistosa accelerazione dei processi di ablazione manifestatasi negli ultimi decenni è ben visibile anche nei risultati ottenuti con le misurazioni delle variazioni frontali e dei bilanci di massa.

Il permafrost (qualsiasi terreno che rimane al di sotto della temperatura di 0°C per almeno due anni consecutivi) si può formare dove il bilancio energetico della superficie del suolo è negativo ed è il risultato di una complessa interazione tra le condizioni climatiche e le caratteristiche del substrato. I principali fattori che determinano la formazione e la conservazione del permafrost sono la temperatura dell'aria, la radiazione solare, la presenza, la durata e lo spessore del manto

→ **GRAFICO 12.6:**  
**GHIACCIAI TARENTINI, RIDUZIONE SUPERFICIALE DOPO LA PICCOLA ETÀ GLACIALE**



Fonte: Ufficio Previsioni e Pianificazione PAT

nevoso. Per queste caratteristiche, il permafrost è molto sensibile all'evoluzione delle condizioni climatiche ed è riconosciuto come uno dei principali indicatori del cambiamento climatico in atto. La degradazione del permafrost a causa del riscaldamento climatico può causare rilevanti problemi di rischio ambientale, legati a smottamenti, frane e, più in generale, all'instabilità dei versanti che possono interessare le infrastrutture presenti in quota.

Nell'ambito del progetto Alpine Space "PermaNET", in Trentino è stato eseguito il censimento completo dei rock glaciers, ed è stato completato un inventario delle evidenze di permafrost. La maggior parte di essi (rock glaciers relitti) risale a fasi climatiche antiche e più fredde dell'attuale e non contiene permafrost. Quelli situati a quota più elevata contengono anche attualmente permafrost (rock glaciers attivi) e si spostano verso valle di alcune decine di centimetri all'anno.

INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
12.3. Superficie dei ghiacciai	Fattori climatici	S	D	☹	↘	P	1800-2003

## 12.3 Gli effetti ambientali del cambiamento climatico in Trentino

### Le proiezioni per il futuro

Per quanto riguarda gli scenari futuri sono a disposizione ormai diverse proiezioni fornite dai modelli climatici e sono in corso continui studi e ricerche per permettere di avere proiezioni sempre più accurate sulle scale regionali. Se infatti le strategie di mitigazione sono per loro natura globali, quelle di adattamento devono essere necessariamente locali e pertanto il maggiore interesse socio-economico richiede informazioni sempre più localizzate rispetto agli indici del cambiamento climatico.

Di particolare interesse risultano gli studi effettuati in Svizzera, dove sono stati elaborati scenari per il 2030, il 2050 e il 2070 per il sud e il nord delle Alpi a partire dai dati forniti dal progetto europeo PRUDENCE<sup>1</sup>. Anche se queste proiezioni saranno migliorate grazie a ulteriori studi che sono in corso, forniscono allo stato attuale importanti informazioni.

Per quanto riguarda le temperature, emerge come la fase di riscaldamento continuerà anche sulle Alpi in tutte le stagioni con intensità maggiore in estate e inferiore in inverno e primavera. Per lo scenario intermedio del 2050 si attende un aumento della temperatura rispetto al 1990 a sud delle Alpi di circa 1,8°C in inverno e 2,8°C in estate.

Per quanto riguarda le precipitazioni, si attende un calo delle precipitazioni nel periodo estivo, che per il 2050 rispetto al 1990 è stimato del 19% nel sud delle Alpi e un aumento delle precipitazioni in inverno dell'11%; mentre in primavera e autunno il segnale atteso presenta incertezza e sono possibili sia lievi aumenti che decrementi delle precipitazioni.

L'aumento atteso delle temperature invernali, ma anche delle precipitazioni, favorirà un aumento degli apporti di neve in inverno ma solo al di sopra di determinate quote in funzione dell'intensità dell'aumento delle temperature.

<sup>1</sup> PRUDENCE: Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects, <http://prudence.dmi.dk/>.



Il riscaldamento e la variazione del regime delle precipitazioni atteso determinano e determineranno importanti conseguenze fisiche (la variazione dei deflussi idrici, la maggior siccità, la degradazione del permafrost, ecc.), che causeranno una serie di impatti, in parte già in atto, sugli ecosistemi e sulla salute umana con significative conseguenze anche su alcuni settori socio-economici, come il turismo e l'agricoltura.

#### Ecosistemi

Gli ecosistemi di montagna, la vegetazione alpina e nivale, sembrano rispondere molto più velocemente al cambiamento climatico di quanto si fosse ipotizzato mostrando come l'ambiente alpino sia quindi molto vulnerabile di fronte ai cambiamenti climatici.

#### Temperatura

L'aumento di temperatura potrebbe avere importanti effetti sulla biodiversità e sulla struttura delle comunità animali e vegetali. Sono in atto spostamenti altitudinali di specie, alterazione, contrazione e frammentazione di habitat, perdita di specie animali e vegetali soprattutto di alta quota con invasione da parte di specie più adattabili provenienti da quote inferiori. Si attendono inoltre un maggior impatto sulla vegetazione da parte di insetti patogeni, modifiche dei cicli fenologici, cambiamenti nella composizione delle foreste. Gli eventi estremi possono essere poi causa di stress per le foreste: l'aumento di periodi di siccità potrebbe favorire il rischio di incendi boschivi, potrebbero aumentare fenomeni erosivi

e quindi la riduzione di habitat.

#### Precipitazioni

Importanti variazioni del ciclo idrico sono previste a causa della variazione delle precipitazioni: la riduzione della piovosità estiva; l'aumento di quella invernale ma con riduzione delle precipitazioni nevose; l'aumento del rischio di eventi di siccità e di eventi di pioggia intensa; l'anticipo, l'intensificazione e il prolungamento della fusione nivoglaciale. Tutti fattori che richiederanno una diversa e attenta pianificazione della gestione della risorsa idrica. Il deficit delle risorse idriche potrebbe essere maggiore in estate e autunno, in particolare nei periodi di siccità e in concomitanza al maggior fabbisogno irriguo dell'agricoltura.

#### Agricoltura

Proprio sull'agricoltura sono attesi importanti impatti. Oltre alla problematica della disponibilità idrica, specie in estate, l'aumento della temperatura potrebbe determinare variazioni del ciclo vegetativo (anticipo fioritura primaverile) e aumenti di produttività di alcune colture (come ad esempio le pascolive) in caso di disponibilità idrica. D'altro canto, l'aumento di temperatura tende a diminuire nei suoli la ciclicità stagionale, favorendone l'impoverimento. L'aumento della CO<sub>2</sub> in atmosfera e nei cicli biogeochimici potrebbe determinare in alcune colture un aumento dell'effetto di fertilizzazione per la stimolazione della fotosintesi. Eventi estremi con precipitazioni più intense e l'aumento associato del rischio idrogeologico potrebbero determinare conseguenze in determi-



nate colture e anche condurre all'erosione degli strati fertili superficiali.

#### Permafrost

L'aumento delle temperature e il progressivo ritiro dei ghiacciai potranno determinare variazioni del permafrost aumentando le aree soggette a instabilità geologica, incrementando di conseguenza il pericolo di frane e colate di fango. Il rischio geologico è soggetto a variazioni dovute ai cambiamenti attesi del ciclo idrico: maggiori deflussi sono infatti attesi nel periodo invernale mentre una riduzione è attesa in quello estivo. L'aumento probabile di fenomeni di precipitazione intensa potrebbe anch'esso avere un impatto sulla stabilità geologica.

#### Salute umana

Gli effetti dei cambiamenti climatici si faranno sentire anche sulla salute umana sia in termini di effetti diretti che indiretti. Si parla di effetti diretti quando si ha a che fare con quelli dovuti ad eventi estremi, come le ondate di calore estive, le alluvioni e le siccità che possono colpire la popolazione, specie nei settori più vulnerabili (anziani, bambini, malati). Si parla di effetti indiretti per quelli invece conseguenti ai cambiamenti negli ecosistemi, alla biodiversità e alle comunità umane. Tra essi si annoverano la diffusione di malattie infettive, di infezioni microbiche e parassitarie sia a trasmissione diretta che a mezzo di artropodi vettori, le malattie allergiche dovute alla maggiore concentrazione

e durata nel tempo di pollini e allergeni nonché le malattie non infettive legate all'aumento della concentrazione di fattori inquinanti (ad esempio l'ozono nel periodo estivo).

#### Energia

L'aumento delle temperature atteso in tutte le stagioni e in modo più marcato in estate, dovrebbe favorire uno spostamento della domanda di energia nel settore dei servizi dato che tenderà a diminuire il fabbisogno in inverno mentre crescerà quello in estate. La variazione di disponibilità idrica connessa ai fenomeni di deglaciazione e all'alterazione dei regimi delle precipitazioni potrebbe avere importanti conseguenze sul sistema di produzione idroelettrico.

#### Turismo

Un settore strategico per l'area alpina è infine quello del turismo. Gli impatti delle variazioni climatiche e delle relative conseguenze sul paesaggio e l'ambiente montano possono essere molteplici e determinare effetti differenti sia per l'offerta che per la domanda turistica. L'aumento delle temperature estive potrebbe avere un effetto positivo favorendo l'afflusso di turisti verso località di montagna con temperature più fresche. Il turismo invernale potrebbe risentirne maggiormente per l'aumento del limite delle nevicate e la riduzione della stagione invernale. Anche la diversa fruibilità di ambienti rilevanti dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, quali ghiacciai e foreste, potrebbe influire sull'offerta turistica.



foto di Klaus Hagen



## 12.4 L'impegno contro il cambiamento climatico in Trentino

Per poter orientare e disciplinare in modo adeguato le azioni per fronteggiare il cambiamento climatico, la Provincia si è dotata di una apposita legge – la Legge Provinciale 5/2010 (“Il Trentino per la protezione del clima”) – che modifica la Legge Provinciale 28/1988 (“Legge provinciale sulla valutazione di impatto ambientale”). Tale legge prevede la definizione delle strategie e degli interventi della Provincia per fronteggiare il cambiamento climatico, adottando appropriate misure di adattamento e di mitigazione.

Essa prevede in particolare l'istituzione della rete di monitoraggio climatico-ambientale, basata sulle stazioni di rilevamento presenti nel territorio provinciale, per garantire la costanza e la qualità della raccolta, della validazione, del controllo e della distribuzione dei dati sul clima e l'ambiente, nonché l'istituzione dell'Osservatorio trentino sul clima, per promuovere l'approfondimento delle conoscenze necessarie per il monitoraggio e lo studio dell'evoluzione dei fenomeni e dei dati meteorologici e climatologici, per la loro comunicazione e divulgazione, anche mediante il coinvolgimento di strutture, enti e organismi competenti in materia.

La stessa legge prevede che il Fondo per il cambiamento climatico (già introdotto dall'art. 46 della Legge Provinciale 23/2007) si configuri come uno strumento finanziario finalizzato a realizzare interventi inseriti nelle strategie di contrasto al cambiamento climatico che la Provincia intende promuovere, nel rispetto degli obiettivi stabiliti dallo Stato, dall'Unione europea e a livello internazionale. In attuazione della normativa sopra richiamata, la Giunta provinciale, che con deliberazione n. 170/2008 aveva già approvato i criteri e le modalità di gestione del Fondo relativo al cambiamento climatico, ha stabilito che possono essere finanziate con le risorse previste dal Fondo le seguenti attività afferenti la salvaguardia dell'ambiente in relazione ai cambiamenti climatici: organizzazione di convegni/seminari scientifici a carattere informativo e formativo; organizzazione di eventi o di manifestazioni a

carattere culturale ed informativo;  
attività di promozione di iniziative o misure significative di adattamento o mitigazione dei cambiamenti climatici;  
attività di studio o ricerca a carattere sperimentale ed innovativo nel settore dei cambiamenti climatici.

Al fine di attuare gli obiettivi indicati nella Legge Provinciale 5/2010, con Delibera di Giunta Provinciale n. 1836/2010 (“Istituzione del Tavolo provinciale di coordinamento e di azione sui Cambiamenti Climatici e dell'Osservatorio Trentino sul clima”) sono stati istituiti un Tavolo provinciale di coordinamento e di azione sui Cambiamenti Climatici e l'Osservatorio trentino sul clima. Il Tavolo provinciale di coordinamento e di azione funge da strumento di coordinamento delle strutture provinciali per l'individuazione delle misure appropriate di mitigazione e di adattamento, declina la strategia complessiva provinciale per fronteggiare gli impatti derivanti dai cambiamenti climatici da proporre alla Giunta provinciale ed infine indirizza, in funzione degli ambiti predefiniti e delle priorità, l'utilizzo delle risorse finanziarie previste dal Fondo relativo al cambiamento climatico.

L'Osservatorio trentino sul clima ha in capo il coordinamento tecnico-scientifico delle realtà impegnate a vario titolo sul territorio trentino in attività di ricerca e di monitoraggio delle variabili climatiche, nonché impegnate in attività di divulgazione scientifica, di campagne di informazione e di educazione ambientale. Esso è costituito dai seguenti soggetti: Dipartimento Protezione Civile, Fondazione Edmund Mach, Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, Università degli studi di Trento, Museo delle Scienze, Fondazione Bruno Kessler, Comitato glaciologico trentino. L'Osservatorio si interfaccia con il Tavolo provinciale di coordinamento e di azione sui Cambiamenti Climatici, svolgendo funzione consultiva rispetto alle tematiche tecnico-scientifiche relative ai cambiamenti climatici.

Da ricordare che nel 2011 (dal 5 al 10 settembre) è stato organizzato dalla Provincia l'evento "Climatica...mente cambiando – Trentino Clima 2011". L'evento si inserisce nel percorso avviato dalla Provincia sul tema dei cambiamenti climatici. Si prevede di dare continuità a queste occasioni di aggiornamento e approfondimento sia per gli addetti ai lavori che per la cittadinanza.

Da segnalare inoltre che dal giugno 2012 è attivo il nuovo sito [www.climatrentino.it](http://www.climatrentino.it), che costituisce il portale di informazione di riferimento sul tema dei cambiamenti climatici per la provincia di Trento.

Studi e analisi sono ancora in corso per poter disporre di informazioni esaustive per l'intero territorio trentino sia per la situazione in atto che per gli scenari futuri. L'importanza di disporre di dati aggiornati affidabili impone sempre più attenzione alle modalità organizzative e di gestione del monitoraggio così come alle conseguenti metodologie di analisi dei dati raccolti. In tal senso giocherà senza dubbio un ruolo fondamentale l'Osservatorio Trentino sul Clima e con esso il Dipartimento Protezione Civile, a cui è affidato il ruolo di coordinamento e che in particolare è responsabile del monitoraggio dei parametri descritti nel presente capitolo.

